Integrated Approaches for Interpreting Environmental Effects Monitoring Data Workshop

Atelier sur les approches intégrées pour l'interprétation des données sur la surveillance des effets environnementaux

October 22, 1998

8:30 to 5:30

Le 22 octobre 1998

de 8h30 à 17h30

Chateau Frontenac, salle Jacques Cartier

Québec, Canada

Sponsored by Environment Canada, Canadian Pulp & Paper Association and the Mining Association of Canada

Commandité par Environnement Canada, l'Association canadienne des pâtes et papiers et l'Association minière du Canada

Integrated Approaches for Interpreting

Environmental Effects Monitoring Data

Workshop

October 22, 1998

Jacques Cartier Room, Chateau Frontenac

Québec City, Québec, Canada

Morning Agenda

Sponsored by Environment Canada and the Canadian Pulp and Paper Association

8:30 - 8:45 a.m. Introduction and Purpose of Workshop Connie MacDonald, National EEM Office, Roger Cook, E.B. Eddy

General Concepts for Interpreting EEM Data

8:45 - 9:10 a.m.	Science and Policy Making: The Linkage	Ken Sato, Director General, Ecosystem Science Directorate, EC
9:10 - 9:35 a.m.	Why do we need a decision making framework for environmental monitoring? Examples from Pulp and Paper	Sherry Walker National EEM Office, EC
9:35 - 10:00 a.m.	Decision Making and the Metal Mining EEM Program - A Work Under Progress	Kathleen Hedley, National EEM Office, EC
10:00 - 10:30 a.m.	**Coffee Break**	Sponsored by the Mining Association of Canada
10:30 -10:55 a.m.	EEM Guidelines for Australian Waters	Michael Keough, University of Melbourne, Australia
10:55-11:20 a.m.	Risk-Based Monitoring Programs for Environmental Decision-Making	Steve Bartell, Cadmus Group, Inc. Tennessee
11:20-11:45 a.m.	Regional and Watershed Ecological Risk Assessment in the Eastern Cornbelt Plains Ecoregion: A U.S. EPA Pilot Program	Mary Schubauer-Berigan, U.S. EPA
11:45 - 1:00 p.m.	**Lunch**	

Afternoon Agenda

Determining Effect Sizes

1:00 - 1:25 p.m.	Critical Effect Size Guidelines for EEM Using Benthic Invertebrate Communities	Rick Lowell, National Waters Research Institute-Saskatoon
1:25 - 1:50 p.m.	Applying Biological Criteria in Environmental Effects Monitoring.	Bruce Kilgour, University of Western Ontario
1:50 - 2:15	Scalable Decision Criteria Provide Consistent Approaches to Monitoring	Mick Keough, University of Melbourne, Australia
2:15 - 2:45 p.m.	Summary and Discussion of Key Issues	facilitators : Connie MacDonald, Roger Cook
2:45 - 3:15	**Break**	

Case Studies for Weight-of Evidence Interpretation

3:15 - 3:40 p.m.	Integrated Risk Characterization: Applying a Weight-of-Evidence Approach	Charles Menzie, Menzie-Cura & Associates, Massachusetts
3:40 - 4:05 p.m.	Weight-of Evidence Risk Assessments: Case Study Application to the Fraser River Basin	Joseph Culp, National Waters Research Institute
4:05 - 4:30 p.m.	Integrated Long-Term Receiving Water Studies to Assess Pulp and Paper Mill Effluent Effects	Tim Hall , NCASI
4:30 - 4:55 p.m.	Weight of Evidence Approach for Evaluating Impacts in the Northern River Basins Study: Integrating the Effects of Multiple Stressors	Kevin Cash, Prairie and Northern Region Wildlife Research Centre
4:55 - 5:25 p.m.	Summary and Discussion of Key Issues	facilitators : Connie MacDonald, Roger Cook
5:25 - 5:30 p.m.	Closing Remarks: Review and Summary (Next Steps)	Connie MacDonald, Roger Cook

Atelier sur les approches intégrées pour l'interprétation

des données sur la surveillance des effets environnementaux

Le 22 octobre 1998

salle Jacques Cartier, Chateau Frontenac

Québec (Québec) Canada

Ordre du jour du matin

Commandité par Environnement Canada et l'Association canadienne des pâtes et papiers

8h30 - 8h45	Introduction et but de l'atelier	Connie MacDonald, Bureau national du suivi des effets sur l'environnement, Roger Cook, E.B. Eddy

Concepts généraux pour l'interprétation des données ESEE

8h45 - 9h10	La science et l'élaboration de politiques : Le Lien	Ken Sato, Directeur général, Direction générale des sciences et de l'évaluation des écosystèmes, EC
9h10 - 9h35	Pourquoi avons-nous besoin d'un cadre décisionnel pour la surveillance environnementale? Exemples des pâtes et papiers	Sherry Walker, Bureau national du suivi des effets sur l'environnement
9h35 - 10h00	La prise de décisions et le Programme ESEE des mines de métaux - Un travail en cours	Kathleen Hedley, Bureau national du suivi des effets sur l'environnement
10h00 - 10h30	**Pause café**	Commanditée par l'Association minière du Canada
10h30 -10h55	Directives de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) pour les eaux australiennes	Michael Keough, Université de Melbourne, Australia
10h55-11h20	Programmes de surveillance fondés sur le risque pour la prise de décision en environnement	Steve Bartell, Cadmus Group, Inc. Tennessee
11h20-11h45	Évaluation des risques écologiques aux échelles des régions et des bassins hydrographiques dans l'écorégion de la partie est des plaines de la zone de culture du maïs : un programme pilote de l'EPA des É.-U. S	Mary Schubauer-Berigan, U.S. EPA
11h45 - 1h00	**Déjeuner**	

Ordre du jour de l'après-midi

Déterminer l'importance des effets

13h00 - 13h25	Lignes directrices concernant la valeur critique de l'effet pour le ESEE utilisant les communautés d'invertébrés benthiques	Rick Lowell, Institut national de recherche sur les eaux - Saskatoon
13h25 - 13h50	Application de critères biologiques dans la surveillance des effets sur l'environnement.	Bruce Kilgour, Université Western Ontario
13h50 - 14h15	Méthodes cohérentes de suivi fondées sur des critères décisionnels adaptables	Mick Keough, Université de Melbourne, Australia
14h:15 - 14h45	Résumé et discussion des principales questions	animateurs : Connie MacDonald, Roger Cook
14h45 - 15h15	**Pause**	

Études de cas pour l'interprétation du poids de la preuve

15h15 - 15h40	Application de méthodes du poids de la preuve pour évaluer les risques écologiques	Charles Menzie, Menzie-Cura & Associates, Massachusetts
15h40 - 16h05	Approche du poids de la preuve pour évaluer les impacts dans le cadre de l'étude sur les bassins des rivières du Nord : intégration des effets d'agents stressants multiples	Joseph Culp, Institut national de recherche sur les eaux,
16h05 - 16h30	Études intégrées à long terme sur les eaux réceptrices pour évaluer les effets des effluents d'usines de pâtes et papiers	Tim Hall , NCASI
16h30 - 16h55	Approche du poids de la preuve pour évaluer les impacts dans le cadre de l'étude sur les bassins des rivières du Nord : intégration des effets d'agents stressants multiples	Kevin Cash, Région des Prairies et du Nord, Centre de recherche sur la faune
16h:55 - 17h25	Résumé et discussion des principales questions	animateurs : Connie MacDonald, Roger Cook
17h25 - 17h30	Mot de la fin : Récapitulation et résumé (Étapes à venir)	Connie MacDonald, Roger Cook

Summaries in order of presentation

Résumés en ordre de présentation

Science and Policy:The Linkage, *Ken Sato, Director General, Ecosystem Science Directorate, Environment Canada, Ottawa, Canada.*The nature and mechanism for integrating science into public policy development and implementation is not always clear to stakeholders. In the context of a science-based department such as Environment Canada, science is critical for the identification of issues and for filling the information needs. Science is also required to assess and resolve specific environmental issues in conjunction with other factors. The purpose of this presentation is to show the linkages between science and policy. There are essentially three components in a science-policy framework: issue identification, development and implementation of policy, and evaluation of the effectiveness of the policy instruments. Examples will be used to illustrate the use of science at different stages of an issue. I would also like to obtain your views on the role of science in decision making.

Science et politique : Le Lien, *Ken Sato, Directeur général, Direction générale des sciences et de l'évaluation des écosystèmes, Environnement Canada, Ottawa, Canada.* Dans le contexte d'un ministère à fondement scientifique comme Environnement Canada, la science est le critère de base pour cerner les enjeux et répondre aux besoins d'information. Elle est également nécessaire pour évaluer et régler les questions environnementales de concert avec d'autres facteurs. Le but de cette présentation est de montrer les liens qui existent entre la science et la politique. Il y a essentiellement trois éléments dans un cadre science-politique : l'identification des questions, l'élaboration et la mise en oeuvre de la politique, et l'évaluation de l'efficacité des instruments politiques. Je me servirai d'exemples pour illustrer l'utilisation de la science à différentes étapes d'une question.

Why do we need a decision making framework for environmental monitoring? Examples from Pulp and Paper. *S.L. Walker, National EEM Office, Environment Canada.* Environmental effects monitoring involves the collection of data on fish, benthic communities, toxicity, tainting, and levels of contaminants in biota, water and sediment to assess whether fish, fish habitat and fisheries resources are being adversely affected by human activities. Environmental effects monitoring data needs to be interpreted in a nationally consistent manner while allowing for site-specific flexibility. Furthermore, environmental managers both in government and industry need to make scientifically defensible decisions concerning whether effects have occurred and take appropriate management actions. These decisions may be complex because of multiple data sources, risk and uncertainty, intangibles, long-time horizons, multiple objectives, and the need to balance the risk of making errors. This presentation reviews the current guidance provided for decision making for environmental effects monitoring in Canada and proposes further guidance for interpreting environmental effects monitoring data. The various stages of the decision-making process are discussed including establishing objectives, assessment endpoints, measurement endpoints, and decision criteria. Approaches for considering uncertainty in the decision making process are reviewed. Quantitative and qualitative weight of evidence approaches are examined for determining whether fish, fish habitat or fisheries resources are degraded. Linkages between monitoring results and potential management actions are proposed.

Pourquoi avons-nous besoin d'un cadre décisionnel pour la surveillance environnementale? Exemples des pâtes et papiers. *S.L. Walker, Bureau national du suivi des effets sur l'environnement, Environnement Canada.* La surveillance des effets sur l'environnement implique la collecte de données sur le poisson, les communautés benthiques, la toxicité, l'altération de la chair, et les niveaux de contaminants dans le biote, l'eau et les sédiments pour évaluer si le poisson, l'habitat du poisson et les ressources

halieutiques sont affectés négativement par les activités humaines. On doit pouvoir interpréter les données de surveillance des effets sur l'environnement d'une manière qui assure à la fois une uniformité à l'échelle du pays et une souplesse à l'égard des sites. De plus, les gestionnaires de l'environnement du gouvernement et de l'industrie doivent pouvoir prendre des décisions défendables scientifiquement en rapport avec la présence ou l'absence d'effets, pour ensuite adopter les mesures de gestion qui s'imposent. Ces décisions peuvent être complexes en raison de divers facteurs : sources multiples de données, risques et incertitudes, impondérables, horizons à long terme, objectifs multiples, et nécessité de bien peser le risque lié aux erreurs possibles. Cette présentation traite de l'orientation actuelle en matière de prise de décision relativement à la surveillance des effets sur l'environnement au Canada et propose des pistes pour l'interprétation des données de surveillance des effets sur l'environnement. On examine les différentes étapes du processus de prise de décision : établissement des objectifs, des paramètres d'évaluation, des paramètres de mesure et des critères de décision. On trait aussi des approches relatives à la prise en compte de l'incertitude dans le processus décisionnel. On examine les approches quantitatives et qualitatives du poids de la preuve visant à déterminer si le poisson, l'habitat du poisson ou les ressources halieutiques sont dégradés. Enfin, on propose des liens entre les résultats de la surveillance et les mesures de gestion potentielles.

Decision Making and the Metal Mining EEM Program - A Work Under Progress. *K.Hedley, National EEM Office, Environment Canada (on behalf of the Metal Mining EEM Working Group).* In 1996, the Assessment of the Aquatic Effects of Mining in Canada (AQUAMIN) recommended that a revised metal mining liquid effluent regulation include a requirement for the metal mining industry to conduct environmental effects monitoring. A number of multi-stakeholder groups have been established and are currently developing an EEM program for this sector. The main objective of the metal mining EEM program is to evaluate the effects of mining and milling operations on the aquatic environment including fish, fish habitat and the use of fisheries resources. The EEM program will take a progressive, phased approach whereby the frequency and extent of monitoring activities will be determined by the absence or presence of an effect. For the purposes of the metal mining EEM program, an effect is considered a change in the measurement endpoint suggesting abnormal conditions, for which guidelines are currently being developed. In the absence of an effect based on existing EEM data the mine will be required to do less monitoring than a mine where data suggest an effect exists. Where an effect has been identified the mine will be required to develop a focused monitoring program designed to answer specific questions regarding the suspected effect and potential causes of the effect. For the metal mining program, decisions regarding possible corrective actions based on EEM data lies outside what has been defined as the EEM program. However, the amended regulation will likely include provisions to ensure further action where the EEM data identifies an effect attributable to the mine.

La prise de décisions et le Programme ESEE des mines de métaux - Un travail en cours. *K. Hedley. Bureau national de l'ESEE, Environnement Canada (au nom du Groupe de travail du ESEE relatif à l'exploitation minière des métaux).* En 1996, le Programme d'évaluation des effets de l'exploitation minière des métaux sur le milieu aquatique (AQUAMIN) a recommandé de réviser la réglementation visant les effluents liquides des mines de métaux de façon à ce que l'industrie de l'exploitation des métaux soit tenue d'effectuer une surveillance des effets de leurs effluents sur l'environnement. Un certains nombre de groupes composés de divers intéressés ont été créés et sont en train d'élaborer un programme ESEE pour ce secteur. Le principal objectif du programme ESEE relatif à l'exploitation minière des métaux est d'évaluer les effets des opérations d'extraction et de broyage sur le milieu aquatique (poissons, habitat du poisson et utilisation des ressources halieutiques, notamment). Le programme ESEE sera mis en oeuvre de façon progressive et par étapes, la fréquence et l'ampleur des activités de surveillance étant déterminées par l'absence ou la présence d'un effet. Aux fins du programme ESEE relatif à l'exploitation minière des métaux, on entend par effet tout changement d'un paramètre mesuré qui suggère des conditions anormales et pour lequel des recommandations sont actuellement en cours d'élaboration. Si les données de ESEE existantes indiquent qu'il y a absence d'effet, la mine concernée pourra réduire ses activités de surveillance, par rapport à une autre mine où les données laissent penser qu'il y a effet. Quand un effet est repéré, la mine doit élaborer un programme ciblé de surveillance conçu pour répondre à certaines questions spécifiques concernant l'effet suspecté et ses causes possibles. En ce qui concerne le programme d'exploitation minière des métaux, les décisions concernant les mesures correctrices possibles fondées sur les données d'ESEE relèvent d'instances extérieures au programme ESEE. Cependant, le règlement modifié comprendra probablement des dispositions visant à permettre la prise de mesures dans les cas où les données d'ESEE révèlent l'existence d'un effet attribuable à la mine.

EEM guidelines for Australian waters. *M.J. Keough Zoology Department, University of Melbourne, Parkville, VIC 3052, Australia. Email: keough@zoology.unimelb.edu.au.* Monitoring guidelines should prescribe as many details as possible, providing a consistent approach across a range of dishcarges, without compromising the ability of an individual monitoring program to deal with local or regional differences in receiving environments. In most individual cases, it will not be possible to define a precise sampling design applicable in all cases. Our approach was to provide a common logical framework, and to prescribe the steps that should be followed to tailor the general design into a specific program to be used for an individual pulp mill. These steps will result in an ideal monitoring program, that, in many cases, will be beyond the resources or time available for monitoring, and some compromises will be necessary. The guidelines for Australian mills also provide a formula for making such compromises equitably.

Directives de suivi des effets sur l'environnement (SEE) pour les eaux australiennes *Keough, M.J. Département de zoologie, Université de Melbourne, Parkville, VIC 3052, AUSTRALIE. Courriel : keough@zoology.unimelb.edu.au.* Les directives de suivi devraient être aussi détaillées que possible, de façon à établir une démarche uniforme applicable à une gamme de débits, sans pour autant nuire à la capacité des programmes de suivi de s'adapter aux différences locales ou régionales des milieux récepteurs. Il n'est généralement pas possible de définir un plan d'échantillonnage précis qui pourra s'appliquer à tous les cas. Notre démarche consiste à établir un cadre logique commun et à prescrire les étapes à suivre pour adapter la conception générale du cadre au programme particulier de chaque usine de pâte à papier. Ces étapes aboutiront à l'élaboration d'un programme de suivi idéal, qui, dans la plupart des cas, exigerait plus de ressources ou de temps que disponibles. Il faudra alors faire un certain nombre de compromis. Les directives visant les usines de pâte à papier australiennes offrent aussi une formule permettant de trouver des compromis équitables.

Risk-Based Monitoring Programs for Environmental Decision-Making. *S.M. Bartell. The Cadmus Group, Inc., 136 Mitchell Road, Oak Ridge, TN, USA 37830.* The fundamental premise of this presentation is that the ecological risk assessment (ERA) process (e.g., USEPA, 1998) can be used as an organizational template for the design of an effective environmental monitoring

program. The conceptual model produced in the problem formulation step of ERA provides a guideline for the overall design of risk-based environmental monitoring plans. The corresponding conceptual model of an environmental monitoring program identifies the environmental factors to be routinely measured; the conceptual model further specifies how the monitoring results are input to a risk-based decision making process; the conceptual model also defines the necessary accuracy and precision of monitoring results required for selecting among decision alternatives. The exposure analysis component of risk assessment can help define the relevant spatial-temporal scales for sampling and measuring ecological stresses in environmental monitoring. The effects assessment component of the risk assessment process can help define the ecological effects to be monitored, as well as delineate the necessary spatial-temporal scales for sampling and the appropriate data collection methods. The quantitative characterization of bias and imprecision (i.e., uncertainty) is central to ecological risk assessment. The concepts and methods concerning quantitative uncertainty analysis can also be used to assess the value of new information obtained through environmental monitoring. These generalizations will be used to design a hypothetical risk-based environmental monitoring program as part of the presentation.

Programmes de surveillance fondés sur le risque pour la prise de décision en environnement. *S. M. Bartell. The Cadmus Group Inc., 136 Mitchell Road, Oak Ridge, TN, USA 37830.* La prémisse fondamentale de cette présentation est que le processus d'évaluation des risques écologiques (p. ex., USEPA, 1998) peut être utilisé comme cadre organisationnel en vue de la conception d'un programme efficace de surveillance environnementale. Le modèle conceptuel produit à l'étape de la formulation du problème dans le cadre de l'évaluation des risques écologiques fournit une orientation pour la conception globale des plans de surveillance environnementale fondés sur le risque. Le modèle conceptuel correspondant d'un programme de surveillance environnementale indique les facteurs environnementaux qui doivent être mesurés régulièrement; de plus, le modèle conceptuel spécifie de quelle manière les résultats de surveillance entrent dans le processus de prise de décision fondé sur le risque; enfin, le modèle conceptuel définit aussi la précision et l'exactitude nécessaires des résultats de surveillance requis pour que puisse être prise la bonne décision. L'analyse de l'exposition, un des volets de l'évaluation des risques, peut aider à définir les échelles spatio-temporelles pertinentes pour l'échantillonnage et la mesure des agents stressants écologiques dans le cadre de la surveillance environnementale. Par ailleurs, l'évaluation des effets, un autre volet de l'évaluation des risques, peut aider à définir les effets écologiques à surveiller de même qu'à établir les échelles spatio-temporelles nécessaires pour l'échantillonnage et les méthodes appropriées de collecte des données. La caractérisation quantitative du biais et de l'imprécision (c'est-à-dire de l'incertitude) est centrale dans l'évaluation des risques écologiques. On peut aussi utiliser les concepts et les méthodes relatifs à l'analyse quantitative de l'incertitude pour établir la valeur des nouvelles données obtenues dans le cadre de la surveillance environnementale. Ces généralisations seront utilisées pour concevoir un programme hypothétique de surveillance environnemental fondé sur le risque dans le cadre de la présentation.

Regional and Watershed Ecological Risk Assessment in the Eastern Cornbelt Plains Ecoregion: A U.S. EPA Pilot Program *S.M. Cormier, M. Schubauer-Berigan, E.L.C. Lin, US EPA, Cincinnati, OH, S. Gordon, Ohio State University, Columbus, OH, S.B. Norton, US EPA, Washington, DC, M. Smith and D. White, Ohio EPA, Columbus, OH, S. Dyer, Procter & Gamble, Cincinnati, OH, and R. Fan, SoBran, Inc., Cincinnati, OH.*

The completeness and quality of ecological risk assessment requires integration of diverse scientific disciplines especially at regional and watershed scales. Such a watershed-based ecological risk assessment in the Big Darby Creek, Ohio necessitated not only a study of the watershed, but also of other watersheds in the Midwest so that quantitative models could be developed to diagnose stressors and project future risk. This approach also allowed the Big Darby Creek watershed to be evaluated from a regional, and statewide perspective. Therefore, a series of studies were undertaken to understand watershed issues in the mid-West in order to permit quantitative ecological risk assessment. These are presented together to highlight how each element contributes to the entire assessment process. Individual research elements are presented separately to provide a greater level of detail. Some topics include the ecological risk assessment process and watershed scale analysis, including relationships among land use, in-stream habitat condition, and diagnostic signatures from fish and benthic macroinvertebrate assemblages. This integrated approach for communicating the complexity of watershed and regional scale assessments emphasizes the benefits of independent and dependent collaboration to more effectively advance ecological science.

Évaluation des risques écologiques aux échelles des régions et des bassins hydrographiques dans l'écorégion de la partie est des plaines de la zone de culture du maïs : un programme pilote de l'EPA des É.-U. S. *M. Cormier, M. Schubauer-Berigan, E.L.C. Lin, US EPA, Cincinnati, OH, S. Gordon, Ohio State University, Columbus, OH, S.B. Norton, US EPA, Washington, DC, M. Smith et D. White, Ohio EPA, Columbus, OH, S. Dyer, Procter & Gamble, Cincinnati, OH, et R. Fan, SoBran, Inc., Cincinnati, OH.* Pour assurer l'exhaustivité et la qualité de l'évaluation des risques écologiques, il doit y avoir intégration de diverses disciplines scientifiques, particulièrement aux échelles des régions et des bassins hydrographiques. L'une de ces évaluations des risques écologiques à l'échelle d'un bassin, celle effectuée au ruisseau Big Darby, dans l'Ohio, a nécessité non seulement une étude du bassin hydrographique, mais aussi d'autres bassins du Midwest, de façon à ce que puissent être élaborés des modèles quantitatifs pour diagnostiquer les agents stressants et projeter les risques futurs. Cette approche a aussi permis d'évaluer le bassin du ruisseau Big Darby dans une perspective régionale et dans le contexte de l'État entier. Ainsi, on a entrepris une série d'études pour comprendre les problèmes relatifs aux bassins dans le Midwest pour permettre une évaluation quantitative des risques écologiques. On les présente ensemble pour faire ressortir comment chaque élément contribue à l'ensemble du processus d'évaluation. Les divers éléments de recherche sont présentés séparément pour fournir plus de détails. Au nombre des sujets traités, on compte le processus d'évaluation des risques écologiques et l'analyse à l'échelle des bassins hydrographiques, et notamment la relation entre l'utilisation des terres, l'état de l'habitat aquatique et les signatures diagnostiques des groupements de poissons et de macroinvertébrés benthiques. Cette approche intégrée en vue de la présentation de la complexité des évaluations aux échelles des bassins et des régions met l'accent sur les avantages de la collaboration indépendante et dépendante pour assurer le progrès de la science écologique.

Critical Effect Size Guidelines for EEM Using Benthic Invertebrate Communities. *R.B. Lowell. National Water Research Inst., Environment Canada, Saskatoon, SK.* A critical aspect of Environmental Effects Monitoring (EEM) is the decision on the magnitude of an environmental impact that is deemed to be ecologically important. Determination of this critical effect size (EScrit) is a prerequisite to

study design and can play a key role in management decisions, including weight-of-evidence evaluations. Quantitative guidelines providing EScrit values have not been widely developed for either marine or freshwater benthic assemblages. Ideally, EScrit should be determined from knowledge of the degree of impact known to have long-lasting deleterious effects on aquatic communities. Unfortunately, this detailed ecological information is often not available, although alternative approaches are under development. One alternative approach that has been used by some jurisdictions is based on departures from the normal range of variability in reference sites, and this approach has been applied to the Canadian EEM Program as an interim measure. For example, EScrit can be set equal to ±2 standard deviations (±2 SD) calculated from relatively nonimpacted reference communities. A potentially useful modification of this approach is to determine standardized habitat-specific EScrit values calculated by taking the medians of ±2 SD across several mills within given regions. A key recommendation for EEM Cycle 2 and subsequent cycles has been to increase the number of reference and impact stations (e.g., at least n = 5 or 8 for statistical power = 80 or 95%, respectively). Setting of criteria is likely to be an evolving process and the initial estimates of EScrit will probably need to be revised as more data is collected during subsequent EEM cycles and as more appropriate methods of calculating EScrit are developed.

Lignes directrices concernant la valeur critique de l'effet pour le ESEE utilisant les communautés d'invertébrés benthiques. *R.B. Lowell. Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada, Saskatoon, Sask.* Un aspect critique du suivi des effets sur l'environnement (ESEE) est la question de savoir à partir de quelle grandeur un impact environnemental est jugé écologiquement important. La détermination de cette valeur critique de l'effet est nécessaire pour l'établissement du protocole de l'étude et peut jouer un rôle clé dans les décisions de gestion, notamment dans les évaluations fondées sur le poids de la preuve. On n'a pas largement développé des lignes directrices quantitatives fournissant des valeurs critiques des effets pour les groupements benthiques dulcicoles ou marins. Idéalement, la valeur critique de l'effet devrait être déterminée sur la base de notre connaissance du degré d'impact qui a des effets néfastes durables sur les communautés aquatiques. Malheureusement, il arrive souvent qu'on ne dispose pas de cette information écologique détaillée, mais des approches de rechange sont en cours d'élaboration. Une de ces approches, qui a été utilisée par certains gouvernements, est fondée sur les écarts par rapport à la fourchette normale de variabilité à des sites de référence; cette approche a été appliquée dans le Programme canadien de suivi des effets sur l'environnement à titre de mesure provisoire. Par exemple, la valeur critique de l'effet peut être établie pour correspondre à ± 2 écarts-types (± 2 e. t.) calculés dans des communautés de référence relativement peu perturbées. Une modification potentiellement utile de cette approche consiste à déterminer des valeurs critiques de l'effet normalisées propres à tel ou tel habitat, calculées en prenant les médianes de ± 2 e. t. pour plusieurs usines dans des régions données. Une recommandation clé pour le cycle 2 du ESEE et les cycles subséquents a été d'accroître le nombre de stations de référence et de stations perturbées (p. ex., n = 5 ou 8, au moins, pour une puissance statistique de 80 ou 95 % respectivement). L'établissement de critères prend probablement la forme d'un processus évolutif, et les estimations initiales de la valeur critique de l'effet devront probablement être révisées au fur et à mesure que de nouvelles données sont recueillies durant les cycles subséquents du ESEE et que des méthodes plus appropriées du calcul de la valeur critique de l'effet sont élaborées.

Applying biological criteria in environmental effects monitoring. *B.W. Kilgour1, D.R. Barton2, D.G.Dixon2, W.J. Snodgrass3, and K.M. Somers4 - 1 University of Western Ontario, 2 University of Waterloo, 3 Ontario Ministry of Transportation, 4 Ontario Ministry of Environment.* Objective decision criteria and appropriate statistical tests are required to evaluate the relevance of biological impacts resulting from anthropogenic activities. For ecosystem endpoints that we wish to protect directly (i.e., compliance indicators such as fish community composition), biocriteria will typically be based on the distribution of regional-reference data. Usually, the 5th or 95th percentiles of the distribution (depending on the direction of the index) is used as the biological criterion. For those ecosystem attributes that are monitored because they provide early warning of biological impacts (e.g., benthic invertebrate diversity), changes should be considered unacceptable when they indicate impending degradation of the compliance indicator. Given these considerations, monitoring programs must distinguish compliance and early-warning indicators. In addition, the relationship (i.e., the calibration) between compliance and early-warning indicators must be established. We also need to use statistical tests that determine the probability that test-site data exceed our various criteria. Unfortunately, classical analysis-of-variance procedures are not always appropriate. Finally, in addition to regional-reference data that are used to establish biological criteria, we also require site-specific data that establish that an effect has occurred and is attributable to the stressor of interest.

Application de critères biologiques dans la surveillance des effets sur l'environnement. *B.W. Kilgour1, D.R. Barton2, D.G. Dixon2, W.J. Snodgrass3, et K.M. Somers4 - 1 Université Western Ontario, 2 Université de Waterloo, 3 Ministère des Transports de l'Ontario, 4 Ministère de l'Environnement de l'Ontario.* Des critères de décision objectifs et des tests statistiques appropriés sont nécessaires pour évaluer l'importance des impacts biologiques issus des activités humaines. Pour les caractéristiques écosystémiques que nous voulons protéger directement (c'est-à-dire des indicateurs de conformité comme la composition des communautés de poissons), les critères biologiques seront typiquement fondés sur la distribution des données de référence régionales. Habituellement, le 5e ou le 95e percentile de la distribution (selon la direction de l'indice) sont utilisés à titre de critère biologique. Pour les attributs des écosystèmes qui sont surveillés parce qu'ils donnent une alerte rapide relativement aux impacts biologiques (p. ex., la diversité des invertébrés benthiques), tout changement doit être considéré comme étant inacceptable quand il indique une dégradation imminente de l'indicateur de conformité. Sur la base de ces considérations, les programmes de surveillance doivent distinguer les indicateurs de conformité des indicateurs d'alerte rapide. De plus, la relation (c'est-à-dire la calibration) entre les indicateurs de conformité et les indicateurs d'alerte rapide doit être établie. Nous devons aussi utiliser des tests statistiques qui déterminent la probabilité que les données des sites d'essai excèdent nos divers critères. Malheureusement, les méthodes classiques d'analyse de la variance ne sont pas toujours appropriées. Enfin, en plus des données de référence régionales qui sont utilisées pour établir les critères biologiques, nous avons aussi besoin de données propres aux sites qui établissent l'existence d'un effet et que ce dernier est attribuable à l'agent stressant qui nous intéresse.

Scalable decision criteria provide consistent approaches to monitoring *Keough, M.J. Zoology Department, University of Melbourne, Parkville, VIC 3052, AUSTRALIA. Email: keough@zoology.unimelb.edu.au.* In the conventional statistical analyses used to analyze most EEM data, Type I error rates are typically fixed, with Type II error rates either uncontrolled, or adjusted to a target value using *a priori* power analysis. These approaches have deficiencies in three common situations:

1. When a sampling program is designed around particular error rates, but is subsequently scaled back, the result will be an increased Type II error rate, while Type I error rates remain fixed. The cost of scaling back an EEM program will be lower environmental protection.
2. When comparing the data from a series of EEM programs, we use a common criterion for identifying a statistically significant impact. However, the background level of environmental variation will often vary among programs. With a fixed Type I error rate, the result will be a Type II error rate that varies. An impact of a given magnitude will then be judged significant in some cases, but not in others.
3. Within a single monitoring program, we often deal with data from a range of species, obtained from the same set of samples. While we use a common assessment criterion, species often show a wide range of variability, so the Type II error rate will vary among species. Again, a common level of impact will result in inconsistent decisions across species.

In all of these cases, a different approach to decision making - scalable decision criteria - provides an unbiased way of comparing data from different programs or different species, and an equitable way of making compromises. In this approach, the rates of individual errors are not fixed; instead, we fix the ratio of the two types of errors, and allow the absolute rates to vary.

Méthodes cohérentes de suivi fondées sur des critères décisionnels adaptables *Keough, M.J. Département de zoologie, Université de Melbourne, Parkville, VIC 3052, AUSTRALIE. Courriel : keough@zoology.unimelb.edu.au.* Dans les analyses statistiques traditionnelles appliquées à la plupart des données de ESEE, les taux d'erreur du type I sont généralement fixes, tandis que les taux d'erreur du type II sont non contrôlés ou bien ajustés à une valeur cible à l'aide de l'analyse de puissance a priori. Ces méthodes comportent des lacunes dans trois situations courantes :

1. Lorsqu'un programme d'échantillonnage est d'abord conçu en fonction de taux d'erreur précis, mais que son ampleur est ensuite réduite, le taux d'erreur du type II augmente tandis que les taux d'erreur du type I restent fixes. La réduction de l'ampleur d'un programme ESEE se traduit par une protection de l'environnement moindre.
2. Pour comparer les données d'un ensemble de programmes ESEE, nous utilisons un critère commun pour détecter un effet statistiquement significatif. Cependant, le niveau naturel de variation environnementale diffère souvent d'un programme à l'autre, ce qui, pour un taux d'erreur du type I fixe, entraîne un taux d'erreur du type II variable. Ainsi, un impact d'une amplitude donnée sera considéré significatif dans certains cas et non significatif dans d'autres.
3. Dans un programme de suivi, nous travaillons souvent avec des données portant sur de nombreuses espèces, provenant du même ensemble d'échantillons. Même si nous utilisons un critère d'évaluation commun, les diverses espèces présentent fréquemment des variabilités fort différentes, de sorte que le taux d'erreur du type II varie d'une espèce à l'autre. Dans ce cas encore, un même niveau d'impact donnera lieu à des décisions incohérentes d'une espèce à l'autre.

Dans tous ces cas, une autre démarche de prise de décision, celle des critères décisionnels adaptables, permet de comparer de façon non biaisée les données de divers programmes de suivi ou portant sur des espèces différentes et de trouver des compromis équitables. Plutôt que de fixer les taux des erreurs individuelles, cette démarche fixe le rapport entre les deux types d'erreur et laisse les taux absolus varier.

Applying weight-of-evidence methods for assessing ecological risks. *C.A. Menzie. Menzie-Cura & Associates. Chelmsford Massachusetts 01824 USA.* The weight of evidence approach is the process by which measurement endpoints are related to assessment endpoints to evaluate if there is a significant risk of harm to the environment. The approach is planned and initiated in the problem formulation stage and results are integrated at the risk characterization Stage (MA DEP Workgroup, 1995).

In using a weight-of-evidence approach, there may be competing or contradictory lines of evidence and inconsistency in interpretation of the significance of results. Thus, a coherent framework is needed for evaluating and weighting measurement endpoints in terms of their importance in the final risk characterization. Weight-of-evidence is reflected in three characteristics of measurement endpoints: a) the weight assigned to each measurement endpoint; b) the magnitude of response observed in the measurement endpoint; and c) the concurrence among outcomes of multiple measurement endpoints. First, weights are assigned to measurement endpoints based on attributes related to: a) strength of association between assessment and measurement endpoints; b) data quality; and c) study design and execution. Second, the magnitude of response in the measurement endpoint is evaluated with respect to whether the measurement endpoint indicates the presence or absence of harm as well as the magnitude. Third, concurrence among measurement endpoints is evaluated by plotting the findings of the two preceding steps on a matrix for each measurement endpoint evaluated. The matrix allows easy visual examination of agreements or divergences among measurement endpoints, facilitating interpretation of the collection of measurement endpoints with respect to the assessment endpoint. This paper provides a brief description of the methodology and shows how it has been applied in a few recent cases.

Application de méthodes du poids de la preuve pour évaluer les risques écologiques. *C. A. Menzie. Menzie-Cura & Associates, Chelmsford, Massachusetts 01824.* L'approche du poids de la preuve est le processus par lequel des paramètres de mesure sont reliés à des paramètres d'évaluation pour établir si l'environnement se trouve exposé à un risque significatif de dommage. L'approche est planifiée et mise en oeuvre au stade de formulation du problème, et l'intégration des résultats se fait au stade de caractérisation du risque (MA DEP Workgroup, 1995).

Dans l'application de l'approche du poids de la preuve, il peut y avoir concurrence et contradiction dans les résultats ainsi qu'un manque de cohérence dans l'interprétation de la signification des résultats. Ainsi, on a besoin d'un cadre cohérent pour évaluer et peser les paramètres de mesure selon leur importance dans la caractérisation finale du risque. Les poids de la preuve se reflète dans trois caractéristiques des paramètres de mesure : a) le poids assigné à chaque paramètre de mesure; b) l'ampleur de la réponse observée dans le paramètre de mesure; et c) la concurrence entre les résultats des multiples paramètres de mesure. Premièrement,

des poids sont assignés aux paramètres de mesure selon des attributs liés aux points suivants : a) la force de l'association entre les paramètres d'évaluation et les paramètres de mesure; b) la qualité des données; et c) le protocole et l'exécution de l'étude. Deuxièmement, l'ampleur de la réponse reflétée par le paramètre de mesure est évaluée suivant que le paramètre de mesure indique la présence ou l'absence de dommages et suivant l'importance des dommages éventuels. Troisièmement, la concurrence entre les paramètres de mesure est évaluée en inscrivant les résultats des deux étapes précédentes dans une matrice pour chacun des paramètres de mesure évalués. Grâce à la matrice, on peut effectuer facilement un examen visuel des accords et des divergences entre les paramètres de mesure, ce qui facilite l'interprétation de l'ensemble des paramètres de mesure en rapport avec le paramètre d'évaluation. Le présent article donne une brève description de la méthodologie et montre comment elle a été appliquée dans quelques cas récents.

Integrating *In Situ* Community Experiments with Field Studies to Generate Weight-of-Evidence Risk Assessments for Large Rivers. *J.M. Culp National Water Research Institute. Saskatoon, SK.* Regional assessments on large rivers often are complicated because these ecosystems receive multiple, interacting effluent discharges. Confounding factors, such as complicated mixing hydraulics and historical loading effects, can result in equivocal field data which lend weak inference to ecological risk assessments. For instance, large rivers often receive multiple effluents from industrial and municipal sources and, depending upon receiving water dilution, these effluents can have stimulatory (nutrient enhancement) or inhibitory (contaminant stresses) effects on food webs. Our approach to this problem has been to develop a strategy that defines important mechanisms of pollutant effects through the combined use of field measurements, river-side microcosm experiments, and the incorporation of indicators at several trophic levels. Using this approach, retrospective risk assessments on the Fraser and Athabasca rivers indicate that the major effect of present effluent discharges has been one of nutrient enrichment and stimulation of food web productivity. Furthermore, the Fraser River study indicates that small decreases in effluent dilution may produce negative ecological effects because of contaminant stresses. An important feature of our framework is that causality can be assigned in field applications where inferential hypothesis testing is limited. Currently, the use of field measures and *in situ* microcosms are being considered for Environment Canada's Environmental Effects Monitoring Program because this weight-of-evidence framework allows cause-effect scenarios to be investigated even in the presence of confounding factors.

Approche du poids de la preuve pour évaluer les impacts dans le cadre de l'étude sur les bassins des rivières du Nord : intégration des effets d'agents stressants multiples. *J.M. Culp. Institut national de recherche sur les eaux, Environnement Canada. Saskatoon, SK.* L'étude sur les bassins des rivières du Nord (Northern River Basins Study) était une initiative quinquennale de 12 millions de dollars lancée par les gouvernements du Canada, de l'Alberta et des Territoires du Nord-Ouest visant à évaluer les impacts cumulatifs du développement, particulièrement des rejets d'effluents des usines de pâte, sur l'écologie et l'utilisation des bassins de la rivière de la Paix, de la rivière Athabasca et de la rivière des Esclaves. L'étude était gérée par un conseil de 25 représentants des gouvernements, de l'industrie, des peuples autochtones et du public. On avait mis sur pied un programme de recherche intégré multidisciplinaire conçu par huit équipes scientifiques responsables des volets suivants : contaminants, réseau alimentaire, nutriants, hydrologie/hydraulique et sédiments, autres utilisations, eau potable, savoir traditionnel et synthèse/modélisation. Au moyen d'une « approche du poids de la preuve » faisant appel à un ensemble d'indicateurs écologiques, on a déterminé les impacts cumulatifs des rejets des usines de pâte et d'autres sources ponctuelles et non ponctuelles de pollution en rapport avec la santé et les niveaux de contaminants des biotes aquatiques, les nutriants et le stress lié à l'oxygène dissous, l'hydrologie et les changements liés au climat, et la santé et les utilisations humaines des bassins de rivières. Sur la base de l'évaluation des impacts cumulatifs et au moyen d'un processus prenant en considération les intérêts des divers groupes concernés, on a établi des recommandations scientifiques à l'échelle des sites et des bassins concernant les programmes de recherche et de surveillance futurs visant ces bassins. Au nombre des recommandations clés formulées, on compte les suivantes : (1) raffermir les relations entre stress environnemental et santé des biotes aquatiques; (2) établir et valider des paramètres écologiques pour la formulation d'une réglementation et de lignes directrices concernant les rejets d'effluents; (3) approfondir notre connaissance de la relation entre le climat et l'hydrologie et des impacts combinés de ces facteurs sur les écosystèmes aquatiques; (4) réévaluer les recommandations concernant la consommation du poisson; et (5) élaborer un cadre amélioré de gestion et de surveillance des bassins impliquant la participation du public.

Integrated Long-Term Receiving Water Studies to Assess Pulp and Paper Mill Effluent Effects. *T.J. Hall, J,L. Dudley, R.Fisher. NCASI, Anacortes, WA.* In 1997, NCASI initiated the first year of activity in what will be the most extensive and in-depth analysis of the impacts of pulp mill effluents on receiving water aquatic systems ever undertaken in the U.S.. The integrated assessment approach employed in this work includes the use of laboratory bioassays of effluents and receiving waters, chemical analysis of effluents and receiving waters, and receiving water studies examining fish populations, individual fish health metrics, and macroinvertebrate community and periphyton measurements. Studies have been initiated at three locations: one on Codorus Creek in Pennsylvania which receives effluent from a bleached kraft mill, one on the Willamette river in Oregon receiving combined effluent from a bleached kraft and a deink mill, and one on the McKenzie river in Oregon receiving effluent from an unbleached kraft mill. Site selections have been carried out with assistance from industry representatives, and study protocols have been developed in concert with a science advisory panel consisting of industry and academic scientists with receiving water assessment expertise. The study design calls for initial biological and water quality monitoring to be incorporated into the decision making process for determining the appropriate location and number of sample sites as well as sample size and frequency. Results from initial monitoring and the identification of important single or multi-stressor factors will be used as a basis for augmenting studies at each location in the direction of important biological/water quality limitations or relationships. Details of the scope and framework for these studies will be provided as well as the experimental design and findings from initial water quality surveys.

Études intégrées à long terme sur les eaux réceptrices pour évaluer les effets des effluents d'usines de pâtes et papiers. *T.J.Hall, J.L. Dudley, R. Fisher. NCASI, Anacortes, WA.* En 1997, le NCASI a entrepris l'analyse la plus étendue et la plus détaillée des impacts des effluents d'usines de pâtes et papiers sur les eaux réceptrices des systèmes aquatiques jamais réalisée aux États-Unis. La méthode d'évaluation intégrée utilisée dans ce travail comprend l'utilisation de bio-essais de laboratoire portant sur les effluents et les eaux réceptrices, l'analyse chimique des effluents et des eaux réceptrices, et des études sur les eaux réceptrices

portant sur les populations de poissons, l'état de santé des poissons, les communautés de macroinvertébrés et le périphyton. On a entrepris des études à trois endroits : l'un sur le ruisseau Codorus, en Pennsylvanie, qui reçoit des effluents d'une usine de pâte kraft blanchie, un autre sur la rivière Willamette, en Oregon, qui reçoit des effluents combinés d'une usine de pâte kraft blanchie et d'une usine de désencrage, et un dernier sur la rivière McKenzie, en Oregon, qui reçoit des effluents d'une usine de pâte kraft non blanchie. Le choix des sites a été fait avec l'aide de représentants de l'industrie, et les protocoles d'étude ont été élaborés de concert avec un comité consultatif scientifique composé de scientifiques de l'industrie et d'universités qui ont une expertise en matière d'évaluation des eaux réceptrices. Le protocole de l'étude établit qu'une surveillance biologique et une surveillance de la qualité des eaux initiales doivent être incorporées au processus de prise de décision visant la détermination de l'emplacement et du nombre appropriés de sites d'échantillonnage de même que de la taille et de la fréquence des échantillons. Les résultats de la surveillance initiale et l'identification de facteurs de stress uniques ou multiples seront utilisés comme base pour intensifier les études à chaque endroit en fonction des limitations ou des relations importantes observées sur le plan biologique ou de la qualité de l'eau. On présentera des détails sur la portée et le cadre de ces études, ainsi que sur le protocole expérimental et les résultats des relevés initiaux de la qualité des eaux.

Weight of evidence approach for evaluating impacts in the Northern River Basins Study: integrating the effects of multiple stressors. *Cash, K.* The Northern River Basins Study (NRBS) was a five year, $12 M initiative established by the governments of Canada, Alberta and the Northwest Territories to assess the cumulative impacts of development, particularly pulp mill effluent discharges, on the ecology and use of the Peace, Athabasca and Slave river basins. The study was managed by a 25 member Board consisting of representatives from government, industry, aboriginal peoples and the public. An integrated, multi-disciplinary research program was designed by eight scientific component teams consisting of; contaminants, food chain, nutrients, hydrology/hydraulics and sediment, other uses, drinking water, traditional knowledge, and synthesis/modeling. Using a 'weight of evidence' approach with a range of ecological indicators, cumulative impacts from pulp mill discharges and other point and non-point sources of pollution were determined in relation to the health and contaminant levels of aquatic biota, nutrient and dissolved oxygen-related stress, hydrology and climate related changes, and human health and use of the river basins. Based on the cumulative impacts assessment and using a multi-stakeholder process, site-specific and basin-wide scientific recommendations were made on future research and monitoring program designs for the basins. Some of the key recommendations dealt with: (1) improving the linkages between environmental stress and health of aquatic biota; (2) developing and validating ecologically-based endpoints for regulations and guidelines related to effluent discharges; (3) improving the understanding of the relationship between climate and hydrology and their combined impacts on aquatic ecosystems; (4) reevaluating fish consumption guidelines; and (5) developing an improved basin management and monitoring framework involving public participation.

Approche du poids de la preuve pour évaluer les impacts dans le cadre de l'étude sur les bassins des rivières du Nord : intégration des effets d'agents stressants multiples. *Cash, K.* L'étude sur les bassins des rivières du Nord (Northern River Basins Study) était une initiative quinquennale de 12 millions de dollars lancée par les gouvernements du Canada, de l'Alberta et des Territoires du Nord-Ouest visant à évaluer les impacts cumulatifs du développement, particulièrement des rejets d'effluents des usines de pâte, sur l'écologie et l'utilisation des bassins de la rivière de la Paix, de la rivière Athabasca et de la rivière des Esclaves. L'étude était gérée par un conseil de 25 représentants des gouvernements, de l'industrie, des peuples autochtones et du public. On avait mis sur pied un programme de recherche intégré multidisciplinaire conçu par huit équipes scientifiques responsables des volets suivants : contaminants, réseau alimentaire, nutriants, hydrologie/hydraulique et sédiments, autres utilisations, eau potable, savoir traditionnel et synthèse/modélisation. Au moyen d'une « approche du poids de la preuve » faisant appel à un ensemble d'indicateurs écologiques, on a déterminé les impacts cumulatifs des rejets des usines de pâte et d'autres sources ponctuelles et non ponctuelles de pollution en rapport avec la santé et les niveaux de contaminants des biotes aquatiques, les nutriants et le stress lié à l'oxygène dissous, l'hydrologie et les changements liés au climat, et la santé et les utilisations humaines des bassins de rivières. Sur la base de l'évaluation des impacts cumulatifs et au moyen d'un processus prenant en considération les intérêts des divers groupes concernés, on a établi des recommandations scientifiques à l'échelle des sites et des bassins concernant les programmes de recherche et de surveillance futurs visant ces bassins. Au nombre des recommandations clés formulées, on compte les suivantes : (1) raffermir les relations entre stress environnemental et santé des biotes aquatiques; (2) établir et valider des paramètres écologiques pour la formulation d'une réglementation et de lignes directrices concernant les rejets d'effluents; (3) approfondir notre connaissance de la relation entre le climat et l'hydrologie et des impacts combinés de ces facteurs sur les écosystèmes aquatiques; (4) réévaluer les recommandations concernant la consommation du poisson; et (5) élaborer un cadre amélioré de gestion et de surveillance des bassins impliquant la participation du public.

Attendees for Integrated Approaches for Interpretation of EEM Data Workshop

Participants pour l'atelier sur les méthodes intégrées d'interprétation des données de l'ESEE

NAME/NOM	AFFILIATION
Ali, Nardia	Environment Canada
Andrews, Daniel	Golder Associates
Antcliffe, Bonnie	Dept. of Fisheries & Oceans
Bartell, Steven M.	The Cadmus Group Inc.
Belford, Susan	Jacques Whitford Environment Ltd.
Bois, Yves	Bodycote-Technitrol Inc.
Boyd, Janice	Environment Canada
Brown, Maureen	Maxxam Analytics Inc.
Bruno, Joy	Environment Canada
Burridge, Les	Fisheries & Oceans Canada
Cash, Kevin	Environment Canada
Caumartin, Jean	Beak International

Cloutier, Isabelle	Abitibi Consolidated
Cobden, Catherine	Bowater Pulp & Paper Canada Inc.
Coker, George A.	C. Portt & Associates
Colodey, Al	Environment Canada
Cook, Roger	E.B. Eddy
Coté, Chantale	Beak International
Couillard, Yves	Université de Montréal
Culp, Joseph	National Waters Research Institute
Davies, Martin	Hatfield Consultants Ltd.
Deschenes, Jean	GDG Conseil Inc
Dubé, Monique	Washburn & Gillis Assoc.
Duncan, Bill	Cominco Ltd.
Fairbairn, Margaret	Environment Canada
Farara, Dennis	Beak International
Fraikin, Chris	Golder Associates Ltd.
Gaudreault, Jean	Sedac Inc.
Glozier, Nancy	Environment Canada
Hagen, Mike	Environment Canada
Hall, Tim	NCASI
Hamel, Patrice	GDG Conseil Inc
Harvey, Christian	Groupe-Conseil Génivar Inc.
Haya, Kats	Fisheries & Oceans Canada
Hedley, Kathleen	Environment Canada
Hilderman, Murray	SK Env. & res. Management
Humphrey, Susan	Environment Canada
Jobin, Robert	Kruger Inc.
Johnston, David W.	CPPA
Keller, Bill	MNDM
Keough, Michael	University of Melbourne
Kilgour, Bruce	University of Western Ontario
Kondrat, Todd	DST Consulting Engineer Inc.
Kovacs, Tibor	Paprican
Lawrence, John	NWRI
Lindeman, Dorothy	Environment Canada
Lowell, Richard	National Water Research Institute
MacDonald, Adrian	Environment Canada
MacDonald, Connie	Environment Canada
Mailhiot, Karen	Environment Canada
Marshall, Ian B.	Environment Canada
Martel, Louis	Centre d'expertise en analyse environmentale du Québec
Masters, Wendy	Aquatic Sciences Inc.
McMaster, Mark	Environment Canada
Megraw, Stan	Domtar Inc.
Ménard, Louise	Le Groupe SM (Aménatchec Inc.)
Menzie, charles	Menzie-Cura & Associates
Mise, Janet	DST Consulting Engineer Inc.
Murdoch, Manj	Jacques Whitford Environment Ltd.
Naish, Valérie	Domtar Innovation Ctr.
Orr, Patti	Beak International Inc.
Papineau, Joanne	Natural Resources Canada
Parker, Roy	Environment Canada
Parrott, Joanne	National Water Research Institute
Perry, Jim	University of Minnesota
Pickard, Janet	B.C. Research
Pinel-Alloul, Bernadette	Université de Montréal
Porter, Ed	Environment Canada
Portt, Cam	C. Portt & Associates
Power, Annette	Fisheries & Oceans
Ribey, Sandra	Environment Canada
Riebel, Phil	P. Riebel & Associates
Rutherford, Les	Environment Canada
Salazar Michael H.	Applied Biomonitoring
Salazar Sandra M.	EVS Environment Consultants
Sato, Ken	Environment Canada
Schryer, Richard Dr.	Golder Associates Ltd.

Schubauer-Berigan, Mary	U.S. EPA
Simoneau, Michel	Beak International
Snow, Steven	Fisheries & Oceans
St-Laurent, Donald	Environnement Canada
Taylor, Darrell	NS Dept. of the Environnment
Tessier, Paul	Carton St-Laurent
Thomas, Gregory P.	G3 Consulting Ltd.
Trudel, Lise	Natural Resources Canada
Veilleux, Lucie	ACPP
Voss, Ron	Paprican
Walker, Sherry L.	Environment Canada
Whiteway, Sandra	Jacques Whitford Environment Ltd.
Wren, Christopher	ESG International